



TRANSLATION TO RELEVANT PORTION

JAPANESE PATENT APPLICATION PUBLICATION NO. 2002-312917

[0008]

Specifically, gaps, namely first and second depressions, are defined between the aforementioned pads formed at the inflow end of the magnetic head slider and the auxiliary pads, respectively. When the disk is driven to rotate, the slider flies above the surface of the disk. First and second negative pressures are generated in a direction to urge the slider to the surface of the disk at the first and second depressions during the rotation of the disk, respectively. A difference in size between the first and second depressions leads to a difference between the first and second negative pressures. While the slider is unloaded, these negative pressures act on the slider. When the first and second negative pressures are different from each other, the slider is inclined in the rolling direction while being unloaded. The slider is thus allowed to easily separate from the surface of the disk. The slider is smoothly unloaded.

[0014]

The slider 1 has a structure for utilizing a negative pressure. In the slider 1, a depression 14 is defined between a pair of inflow pads 11. Depressions 141, 142 are defined between the inflow pads 11 and auxiliary pads 12, respectively. A negative pressure is generated at each of these depressions. The inflow pads 11 allow generation of lift at both the sides of the depression 14. The generated lift is utilized for the flight of the slider. The slider 1 is allowed to keep flying at a higher stability established by the balance between the urging force and the lift as well as the negative pressure.

[0023]

Figs. 8(a) and 8(b) are side and front views illustrating a magnetic head slider according to the present invention, which is unloaded. The tab 24 is lifted upward for unloading the magnetic head slider. The dimple 23 is separated from the slider 1. The hooks 25, contacting with the beam member 21, allow the slider to separate from the medium surface. In this case, no external force but negative pressures  $Q2in$  and  $Q2out$  act on the slider. The slider 1 according to the present embodiment allows establishment of gradient in the negative pressure in the rolling direction. This results in an increase in the rolling angle  $\theta_r$  of the slider 1. Each of the hooks 25 thus contacts with the slider 1 at a different time. Specifically, the two hooks 25 contact with the slider 1 not together but one by one. The slider 1 is thus easily unloaded.

# MAGNETIC HEAD SLIDER, ITS SUPPORT, AND MAGNETIC DISK DEVICE

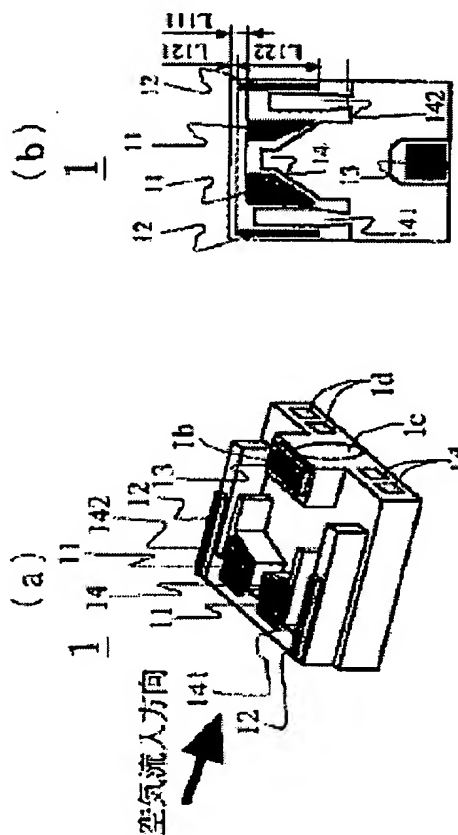
Patent number: JP2002312917  
Publication date: 2002-10-25  
Inventor: TSUCHIYAMA RYUJI; TOKUYAMA MIKIO; JO KINKOKU; KATO YUKIO  
Applicant: HITACHI LTD  
Classification:  
- International: **G11B5/60; G11B21/21; G11B5/60; G11B21/21; (IPC1-7): G11B5/60; G11B21/21**  
- european:  
Application number: JP20010117764 20010417  
Priority number(s): JP20010117764 20010417

Report a data error here

## Abstract of JP2002312917

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To facilitate unloading, and to enable an instantaneous stable floating by recovering a normal floating amount even when a flow-in pad inlet end is brought into contact with a medium surface during unloading, in a magnetic head slider of a load/unload system and its support.

**SOLUTION:** A flow-in pad 11 having a contact surface to be brought into contact with a disk surface when a magnetic disk is stopped, and a flow-out pad 13 are respectively provided in the air inlet and outlet ends of a surface opposite to the magnetic disk, a strip auxiliary pad 12 having a contact surface to be brought into contact with the disk surface when the magnetic disk is stopped is provided while having a gap between it and the flow-in pad 11 on the both outsides in the slider width direction of the flow-in pad 11, and the flow-in side tip of the contact surface of the auxiliary pad 12 is set in a position nearer to the inlet tip of the slider than to the inlet tip of the contact surface of the auxiliary pad 12.



12: 補助パッド  
13: 空気ヘッド  
14: 空気ヘッド  
141: 空気ヘッド  
142: 空気ヘッド

b: 記録再生ヘッド  
c: 空気ヘッド  
d: 空気ヘッド  
e: 空気ヘッド



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2002-312917  
(P2002-312917A)

(43)公開日 平成14年10月25日 (2002. 10. 25)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード*(参考)
G 1 1 B 5/60		G 1 1 B 5/60	Z 5 D 0 4 2
			C
21/21	1 0 1	21/21	1 0 1 L
			1 0 1 Q

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願2001-117764(P2001-117764)

(22)出願日 平成13年4月17日 (2001. 4. 17)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 土山 龍司

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日

立製作所機械研究所内

(72)発明者 徳山 幹夫

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日

立製作所機械研究所内

(74)代理人 100098017

弁理士 吉岡 宏嗣

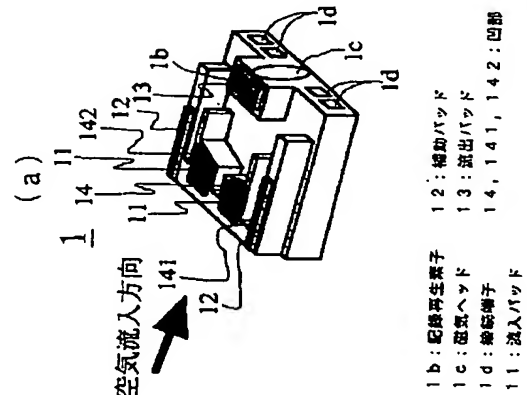
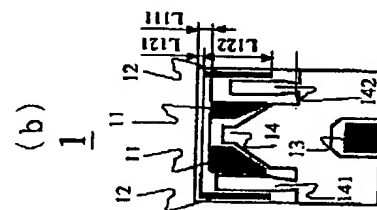
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 磁気ヘッドスライダとその支持体及び磁気ディスク装置

(57)【要約】

【課題】 ロードアンロード方式の磁気ヘッドスライダとその支持体において、アンロードを容易にし、かつロード時に流入パッド流入端が媒体面と接触した場合においても正常な浮上量に回復し、瞬時に安定浮上することを可能にする。

【解決手段】 磁気ディスクと対向する面の空気流入側端部と空気流出側端部それぞれに、磁気ディスク停止時にディスク面と接触するコンタクト面を備えた流入パッド11、流出パッド13を設け、前記流入パッド11のスライダ幅方向両外側に、該流入パッド11との間に隙間をあけて、磁気ディスク停止時にディスク面と接触するコンタクト面を備えた短冊状の補助パッド12を設け、補助パッド12のコンタクト面の流入側先端を、流入パッド11のコンタクト面の流入側先端よりも、スライダの流入側先端に近い位置に設定する。



11: 流入パッド  
12: 補助パッド  
13: 流出パッド  
14: 141, 142: 凹部  
143: 磁気ヘッド  
144: 磁気ヘッド  
145: 磁気ヘッド

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁気ディスクと対向する面の空気流入側端部と空気流出側端部それぞれに、磁気ディスク停止時にディスク面と接触するコンタクト面を備えた浮上用パッドを有してなる磁気ヘッドスライダとその支持体において、前記空気流入側端部の浮上用パッドのスライダ幅方向両外側に、該浮上用パッドとの間に隙間をあけて、磁気ディスク停止時にディスク面と接触するコンタクト面を備えた補助パッドを設けたことを特徴とする磁気ヘッドスライダとその支持体。

【請求項2】 請求項1記載の磁気ヘッドスライダとその支持体において、前記補助パッドのコンタクト面の空気流入側末端と前記スライダの空氣の流入側末端との距離をA、前記空気流入側端部の浮上用パッドのコンタクト面の空気流入側末端と前記スライダの空氣の流入側末端との距離をBとしたとき、 $A < B$ であることを特徴とする磁気ヘッドスライダとその支持体。

【請求項3】 請求項1又は2記載の磁気ヘッドスライダとその支持体において、前記補助パッドのコンタクト面が長方形をなしており、その長手方向の長さをL、前記空気流入側端部の浮上用パッドのコンタクト面の空気流入側末端と前記スライダの空氣の流入側末端との距離をBとしたとき、 $L > B$ であることを特徴とする磁気ヘッドスライダとその支持体。

【請求項4】 請求項1～3のうちのいずれか1項に記載の磁気ヘッドスライダにおいて、前記補助パッドのコンタクト面の面粗さが、前記空気流入側端部の浮上用パッドのコンタクト面の面粗さに比べて大きいことを特徴とする磁気ヘッドスライダとその支持体。

【請求項5】 請求項1～4のうちのいずれか1項に記載の磁気ヘッドスライダとその支持体において、空気流出側端部の浮上用パッドのスライダ幅方向両外側に補助パッドが形成されており、この補助パッドのコンタクト面の空気流出側末端と前記スライダの空氣の流出側末端との距離をC、空気流出側端部の浮上用パッドのコンタクト面の空気流出側末端と前記スライダの空氣の流出側末端との距離をDとしたとき、 $C \leq D$ であることを特徴とする磁気ヘッドスライダとその支持体。

【請求項6】 請求項5に記載の磁気ヘッドスライダにおいて、空気流出側端部の浮上用パッドのスライダ幅方向両外側に形成された補助パッドのコンタクト面の面粗さが、前記空気流出側端部の浮上用パッドのコンタクト面の面粗さに比べて大きいことを特徴とする磁気ヘッドスライダとその支持体。

【請求項7】 請求項4または6に記載の磁気ヘッドスライダとその支持体を製造する方法において、  
a. 前記スライダ面にフォトレジストを塗布し、マスクを重ねて露光する手順と、  
b. 露光したスライダを現像し、感光しない部分のフォトレジストを除去する手順と、

c. 感光しない部分のフォトレジストを除去したのち、スライダ面をイオンビームエッチングする手順と、  
d. 前記イオンビームエッチング終了後、スライダ面に残存するフォトレジストを除去する手順と、を含んでなることを特徴とする磁気ヘッドスライダとその支持体の製造方法。

【請求項8】 磁気ディスクと、該磁気ディスクに対してデータの読み出し／書き込みのいずれかもしくは双方を行なう磁気ヘッドスライダとその支持体とを有してなる磁気ディスク装置において、前記磁気ヘッドスライダとその支持体が、請求項1～5のうちのいずれか1項に記載の磁気ヘッドスライダとその支持体であることを特徴とする磁気ディスク装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は磁気ヘッドスライダとその支持体及び磁気ディスク装置に係わり、特に高記録密度化、高信頼性化に優れた磁気ヘッドスライダとその支持体及び磁気ディスク装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、磁気ディスク装置において、ヘッド・ディスクインターフェイスに対する高信頼性、浮上量微小化の要求はますます厳しいものとなってきている。そして、面記録密度が増加するにつれて磁気ヘッドスライダに要求される浮上量は低下する傾向にあり、特に浮上量が30nm以下になると、記録媒体面と間欠接触あるいは連続接触走行する可能性がある。解決策としては、平滑媒体を使用することによって、スライダと媒体面（磁気ディスク面）とが接触を開始する浮上量を小さくし、媒体面との間欠接触を低減できる。ただし、ディスクの起動停止を、媒体面とスライダを接触させながら行なう（コンタクトスタートストップ方式）の場合、平滑媒体を使用すると起動時の媒体面との接触面積が大きくなり、媒体面とスライダ間の粘着力が増大する。最近の磁気ディスク装置では、ディスクの起動に際し、ディスクを回転させて磁気ヘッドスライダを浮上させる方式（ロードアンロード方式）が実用化されている。この方式によれば粘着力が増大する問題が解決でき、平滑媒体を使用することが可能となる。

【0003】米国特許第5777825号に記載されている従来の磁気ヘッドスライダは、流入側に形成された2つの浮上用パッド、流出側に形成された浮上用パッド、磁気ヘッドスライダ両側に沿って形成された2つのサイドレールを含んで構成されている。上記特許では、これらの浮上用パッド及びサイドレールに囲まれた領域に負圧力を発生させることにより、押付荷重を大きくしなくても空気膜剛性を高くできるため、浮上量変動及び浮上バラツキを小さくできる。しかし、前記ロードアンロード方式で、従来の磁気ヘッドスライダが媒体面上で安定浮上している状態から媒体面上から引き離す（以

後、アンロードと記する) 時、従来の磁気ヘッドスライダは、媒体面に押し付けるように負圧力が作用しているために、アンロードが容易にできない。

【0004】プロシーディングス オブ ザシンポジウム オン インターフェーステクノロジー トワード 100ギガビット/イン2 (Proceedings of the Symposium on Interface Technology Towards 100Gbit/in2 (TR IB-Vol.9)) pp1-9に記載されている従来の磁気ヘッドスライダは、流入側に形成された2つの浮上用パッド、流出側に形成された浮上用パッド、スライダ両側に沿って形成された2つのサイドレールを含んで構成され、これらの浮上用パッド及びサイドレールに囲まれた領域に発生する負圧力の中心位置を流出側方向に偏心させてある。この構成により、負圧力がスライダ姿勢角度変化を大きくする方向に働くため、容易にアンロードできる。しかし、スライダを高速で回転している媒体面上に降ろす(以後、ロードと記する) 時に、従来の磁気ヘッドスライダのピッチング(前後) 方向の空気膜剛性が低いため、流出パッド流出端が媒体面と接触した後、その接触力及び摩擦力によるモーメントによって前のめりになり、その後流入パッド流入端が媒体面と接触する可能性がある。流入パッド流入端が媒体面と接触した場合、空気が浮上面に流入せず、浮上力がなくなり、前のめりになった状態から回復しない。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 上記従来の磁気ヘッドスライダでは、ロードアンロード方式において、アンロード時に、媒体面にスライダを押し付ける方向に負圧力が作用しているために、アンロードが容易にできない。またピッチング方向の空気膜剛性が低いため、ロード時に流入パッド流入端が媒体面と接触した場合、前のめりになった状態から回復しない。

【0006】 本発明の目的は、ロードアンロード方式において、アンロードを容易にし、かつロード時にスライダが前のめりになった場合においても正常な浮上量に回復させ、スライダをすみやかに安定浮上させることである。

【0007】

【課題を解決するための手段】 上記の目的は、磁気ディスクと対向する面の空気流入側端部と空気流出側端部それぞれに、磁気ディスク停止時にディスク面と接触するコンタクト面を備えた浮上用パッドを有してなる磁気ヘッドスライダとその支持体において、スライダの幅方向両側に、かつスライダの流入端に近接させて、前記空気流入側端部の浮上用パッドとの間に隙間をあけて磁気ディスク停止時にディスク面と接触するコンタクト面を備えた補助パッドを設けることによって達成される。補助パッドのコンタクト面形状は、浮上用パッドのコンタクト面よりも幅の狭い、空気流入方向に平行あるいはある角度をなす長軸をもつ短冊状(長方形)とするのが望ま

しい。

【0008】 すなわち、前記空気流入側端部の浮上用パッドと補助パッドの間の隙間を第1、第2の凹部とすると、ディスク回転時(スライダが浮上した状態で)、それぞれの隙間でスライダをディスク面に引きつける方向の第1、第2負圧力が発生する。第1、第2の凹部の大きさが異なると、第1、第2の負圧力に差が生じる。アンロード時にスライダに作用する力はこれらの負圧力であるから、前記第1、第2の負圧力に差があると、アンロード時にスライダがローリング方向に傾斜する。スライダがローリング方向に傾斜することにより、スライダがディスク面から離れやすくなり、アンロードが容易になる。

【0009】 また、スライダの流入端に近い位置で、かつスライダの幅方向両側に補助パッドを設けておけば、スライダがローリング方向に傾斜しつつ前のめりになった場合でも、浮上用パッドがディスク面に接触するよりも前に補助パッドが先に接触し、浮上用パッドはディスク面に接触しない。したがって、空気が浮上用パッドの浮上面(コンタクト面とディスク面の間)に流入し、浮上力が確保されるために、正常な浮上量に回復し、スライダは瞬時に安定浮上する。

【0010】

【発明の実施の形態】 図22に本発明の実施の形態に係る磁気ディスク装置を示す。この磁気ディスク装置は、磁気記録媒体3とこれを回転させる駆動部31、磁気ヘッドスライダ1及びその支持体2、磁気ヘッドスライダ(以下、スライダという)1を位置決めする支持アーム30とこれの駆動部32、スライダ1に搭載された磁気ヘッドの記録再生信号を処理する回路34、を含んで構成されている。図22の(a)に、記録媒体面3に浮上した状態でスライダ1が走行及びシークしている状態の平面図を、同(b)に側面図を、それぞれ示す。磁気記録媒体(以下、磁気ディスクという)3は、その媒体面(ディスク面)の中心線平均面粗さRaが1nm以下、中心線最大高さRpが5nm以下の平滑なものを用いた。

【0011】 図5、図6にそれぞれ本実施の形態の磁気ヘッドスライダ1及びその支持体2の立体斜視図、平面図を示す。支持体2は、荷重用ビーム部21、ジンバル部22、荷重用突起部(以後、ディンプルと記する)23、アンロードの過程でスライダを媒体面上から引き離す時に使用するタブ24、フック25から構成されている。

【0012】 以下、本発明の第1の実施の形態を図1により説明する。なお、以下に説明する各実施の形態において、全体の構成は図22、図5、図6と同じであるので、全体の構成については説明を省略する。

【0013】 図1の(a)に第1の実施の形態の磁気ヘッドスライダの立体斜視図、図1の(b)に前記磁気ヘッドスライダの浮上面形状を、それぞれ示す。スライダ

1は、流入側に幅方向（空気流入方向に対して直交する方向）に並んで設けられた一対（2個）の空気軸受面になり得る浮上用パッド11（以後、流入パッドという）と、前記2つの浮上用パッド11の幅方向両外側に隙間をあけて形成された一対の補助パッド12と、流出側に設けられた1個の空気軸受面になり得る浮上用パッド13（以後、流出パッドという）と、を含んで構成される。補助パッド12は、空気流流入方向に沿って延びる細い（流入パッド11よりも幅が狭い）短冊状に形成されている。流出パッド13の流出端側側面に再生用MRヘッドのMR素子の露出部と記録用電磁誘導型磁気ヘッドのギャップ部から構成する記録再生素子1bが、スライダ1の流出端側側面に磁気ヘッド1c及び接続端子1dが、それぞれ設けられている。

【0014】スライダ1は、一対の流入パッド11の間の凹部14、流入パッド11と補助パッド12の間の凹部141、142にそれぞれ異なる負圧力の浮上力が発生する負圧力利用型スライダである。凹部14の両側には流入パッド11によりスライダを浮上させる正圧力の浮上力が発生するので、負圧力と正圧力との和の浮上力と押付荷重が釣り合い、安定した浮上姿勢を保つことができる。

【0015】図2、図3、図4にそれぞれ本実施の形態の磁気ヘッドスライダの流入パッド11と補助パッド12と流出パッド13の立体斜視図を示す。これら各パッドのディスク停止時に媒体面と接触するパッド面112（以後、コンタクト面と記す）は、スライダのステップ面114から段差 $\delta s$ （ステップ深さ）だけ高くなっており、コンタクト面112から段差 $\delta r$ （リセス深さ）だけ低い位置にリセス面116が形成されている。前記凹部14、141、142の底面は、リセス面116となっている。また、流入パッド11の後端外側から流出側に延びるサイドレール117がステップ面114と同じ高さに形成され、補助パッド12の後端からもステップ面114と同じ高さのサイドレール117が流出側に向かって細長く形成されている。ステップ面114とコンタクト面112の間の壁面が段差部113をなし、ステップ面114とリセス面116の間の壁面が段差部115をなしている。

【0016】流入パッド11のコンタクト面112の流入側先端は、スライダのステップ面114の流入側先端から $L_{111}$ だけ後退した位置にあり、補助パッド12のコンタクト面112の流入側先端は、スライダのステップ面114の流入側先端から $L_{121}$ だけ後退した位置にある。 $L_{121}$ をほぼ0にするかしくは $L_{121} < L_{111}$ とすることによって、スライダ1の流入端が媒体面と接触した場合、必ず補助パッド12のコンタクト面112から接触し、流入パッド11のコンタクト面112は接触しない。

【0017】また、補助パッド12のコンタクト面11

2のスライダ前後方向長さ $L_{122}$ を $L_{111}$ より大きくすることによって、補助パッド12のコンタクト面112の加工ばらつきによる浮上ばらつきを小さくできる。

【0018】また、スライダ1は、凹部14、141、142の大きさを変えて凹部14、141、142に発生する負圧力をそれぞれ異なる大きさとしている。ローリング方向の浮上姿勢は媒体面に対して平行にする必要があるため、凹部141の大きさが凹部142に比べて大きい場合、凹部141の両側に設けた流入パッド11のコンタクト面112、補助パッド12のコンタクト面112の大きさは大きく、凹部142の両側に設けた流入パッド11のコンタクト面112、補助パッド12のコンタクト面112の大きさは小さくしている。

【0019】本実施の形態の磁気ヘッドスライダ及びその支持体の効果を図7、図8、図9を用いて説明する。

【0020】本実施の形態の磁気ヘッドスライダの浮上走行時の側面図を図7の(a)に、正面図を図7の

(b)に、それぞれ示す。ディンプル23は、荷重用ビーム部21から押し付けられた荷重Fをスライダ1に負荷させる荷重作用点として作用する。ディンプル23はまた、そこを支点として、スライダ1を並進(上下)、ピッチング(前後)、ローリング(シーク)方向の3自由度の運動に対して復元力が作用するように設けられている。荷重作用点であるディンプル23の位置( $X_p, Y_p$ )は、ピッチング方向に対しては $X_p = x_p / L$ 、ローリング方向に対しては $Y_p = y_p / w$ の無次元化した値として表わす。ただし、 $x_p$ はスライダ1の流入端とディンプル23との距離、 $y_p$ はスライダ1の幅方向の端とディンプル23との距離、 $L$ はスライダ1の長手方向（流入方向）の長さ、 $w$ はスライダ1の幅方向（流入方向に直交する方向）の長さである。

【0021】スライダ1は、磁気ディスク回転時、ディンプル23の位置で押付荷重Fと各パッドに発生する正圧力の総和 $Q_1$ と凹部から発生する負圧力の総和 $Q_2$ とが釣り合い、ピッチング方向、ローリング方向の浮上姿勢を表わすピッチング姿勢角度 $\theta_p$ 、ローリング姿勢角度 $\theta_r$ 、流入端浮上量 $h_1$ 、流出端浮上量 $h_2$ を一定に保ちながらディスク面上で安定浮上している。ピッチング姿勢角度 $\theta_p$ は、スライダ長手方向断面におけるコンタクト面112と媒体面がなす角度であり、ローリング姿勢角度 $\theta_r$ は、スライダ幅方向断面におけるコンタクト面112と媒体面がなす角度である。

【0022】また、凹部141から発生する負圧力を $Q_{2in}$ 、凹部141の両側に設けた流入パッド11のコンタクト面112及び補助パッド12のコンタクト面112から発生する正圧力を $Q_{1in}$ 、凹部141から発生する負圧力を $Q_{2in}$ 、凹部142の両側に設けた流入パッド11のコンタクト面112及び補助パッド12のコンタクト面112から発生する正圧力を $Q_{1out}$ 、凹部14



2から発生する負圧力を $Q_{2out}$ 、とすると、 $Q_{2in}$ と $Q_{2out}$ は異なるが、 $Q_{2in}-Q_{1in}$ 及び $Q_{2out}-Q_{1out}$ はほぼ同じ値になっている。

【0023】本実施の形態の磁気ヘッドスライダのアンロード時の側面図を図8の(a)に、正面図を図8の(b)に、それぞれ示す。アンロードの過程で、タブ24を持ち上げ、ディンプル23とスライダ1とが離れ、フック25は荷重用ビーム部21と接触した状態でスライダを媒体面上から引き離す時、スライダに作用する外力は負圧力 $Q_{2in}$ 、 $Q_{2out}$ のみである。本実施の形態のスライダ1は、このようにローリング方向に負圧力の大きさに勾配をもつために、スライダ1のローリング姿勢角度 $\theta_r$ が大きくなり、フック25と接触するタイミングがずれる。つまり、2つあるフック25が2つ同じではなくひとつづつ接触するため、アンロードが容易になる。

【0024】図9の(a)、(b)に本実施の形態の磁気ヘッドスライダのロード時の側面図を示す。ロードの過程で、タブ24を持ち上げ、ディンプル23とスライダ1とが離れ、フック25は荷重用ビーム部21と接触した状態で、スライダを高速で回転している媒体面上に高速で降ろす時、スライダと媒体間に十分に空気膜が形成されず、スライダに浮上力が作用していない場合、流出パッド流出端が媒体面と接触した後、その接触力及び摩擦力によるモーメントによってスライダが前のめりになり、流入パッド流入端が媒体面と接触する可能性がある。本実施の形態のスライダ1は、前のめりになっても補助パッド12から接触し、流入パッド11は接触しない。したがって、空気流が流入パッド11の浮上面に流入し、浮上力が確保されるために、正常な浮上量に回復し、瞬時に安定浮上する。

【0025】図9の(c)に従来技術の磁気ヘッドスライダのロード時の側面図を示す。従来のスライダ1の流出パッド流出端が媒体面と接触したのち、その接触力および摩擦力によるモーメントによって前のめりになったとき、浮上用パッド11の流入端が媒体面と接触する。その結果、空気流が浮上面に流入しないため、不常線が確保されず、前のめりになったまま、浮上用パッド11の流入端が媒体面と連続接触してしまう。

【0026】図11に、本実施の形態の磁気ヘッドスライダの別の浮上面形状(以後、ABS1と記する)を、図10に、従来の磁気ヘッドスライダの浮上面形状(以後、ABS0と記する)を示す。

【0027】図12に、浮上面形状ABS1と浮上面形状ABS0を用いて、ディスク定格回転時の、ディスク最内周、中周、最外周条件の流出端浮上量 $h_2$ を高度0m及び高度3000mについて計算した結果を示す。計算は、押付荷重 $F_{26}$  5mN、ディンプル位置 $Y_p$  0.5を一定とし、浮上面形状ABS1では、ステップ深さ $\delta s$ とリセス深さ $\delta r$ との比 $\delta s/\delta r$ : 0.15及び

ディンプル位置 $X_p$ : 0.5の場合、 $\delta s/\delta r$ : 0.123及び $X_p$ : 0.085の場合、浮上面形状ABS0では、 $\delta s/\delta r$ : 0.15、ディンプル位置 $X_p$ : 0.5の場合、の3種類について行なった。

【0028】図12に示されるように、本発明の実施の形態である浮上面形状ABS1を備えたスライダのディスク最内周から最外周までの浮上量変化及びスライダ周辺の気圧変化による浮上量変化については、本発明のスライダは従来のスライダと同程度に小さい。特に、浮上面形状ABS1の、 $\delta s/\delta r$ : 0.15で $X_p$ : 0.085の場合、気圧変化による浮上量変化は0.3nm以下になる。また、浮上面形状ABS1で $X_p$ : 0.085の場合、スライダ1が前方に傾斜して媒体面と接触したとき、補助パッド12から接触し、浮上用パッド11は接触しないため、空気流が浮上面に進入し、浮上力が確保され、正常な浮上量に回復する。

【0029】図13の(a)に従来の浮上面形状ABS0、図13の(b)に本発明の実施の形態の浮上面形状ABS1についての、前記計算での最内周条件における圧力分布を示す。矢印が空気流流入方向を示し、紙面から盛り上がって見える部分が正圧力を示す。図示のように、ABS1の凹部142に負圧力が発生している。

【0030】図14に本発明の第2の実施の形態の磁気ヘッドスライダの浮上面形状を示す。本実施の形態の浮上面形状は、補助パッド12のコンタクト面112長手方向中心線(云いかえるとコンタクト面112の長手方向側面)を、図14に示すように、スライダの流入側端部に角度 $\alpha$ をなすように傾けて設けたものである。この結果、補助パッド12のコンタクト面112の長手方向の空気流入側の側面が、スライダ1の流入側の幅方向両端の角に対向するようになり、補助パッド12のコンタクト面112の幅方向端部の一方はスライダの流入端に平行し、他方はスライダの空気流入方向に平行になる。そして、補助パッド12のコンタクト面112のスライダの流入端に平行な端部は、浮上用パッド11の流入側端部よりもスライダの流入端に近い位置にあり、スライダの空気流入方向に平行な端部は、浮上用パッド11の幅方向外側端部よりも外側に位置する。また、凹部141、142の大部分は、図14に示すように、補助パッド12よりも、空気流下流側方向に位置するようになる。

【0031】スライダが前のめりになったとき、補助パッド12のコンタクト面112の先端が媒体面に接触するが、スライダが前のめりになったとき、スライダは同時にローリング方向にも傾斜する。したがって、前記第1の実施の形態の場合、補助パッド12のコンタクト面112の先端部外側のコーナ部が媒体面と点で接触する惧れがある。

【0032】前記角度 $\alpha$ は、スライダがローリング方向に傾斜しつつ前のめりになり、補助パッド12のコンタ

クト面112のコーナ部が媒体面と接触した時、点でなく線で接触するような角度に設定してある。補助パッド12がこのような位置、方向に配置されているので、スライダがローリング方向に傾斜しつつ前のめりになったとき、補助パッド12のコンタクト面112は、その側辺（長軸に沿う辺）の線で媒体面と接触する。このため、コンタクト面112のコーナ部が点で接触した時に比べて接触面積が大きくなり、接触応力が小さくなる。したがって、媒体面に致命的な損傷を与えない。また、補助パッド12のコンタクト面112の周縁をラッピング加工して、コンタクト面112と段差113がなす角部を面取りすることにより、さらに、媒体面に対して与える損傷を低減させることができる。

【0033】図15に本発明の第3の実施の形態の磁気ヘッドスライダの浮上面形状を示す。本実施の形態のスライダ1は、浮上用パッド11を流入側に一つ設け、この浮上用パッド11のスライダの幅方向両外側に、浮上用パッド11との間に隙間をあけて一対の短冊状の補助パッド12を形成し、流出側に浮上用パッド13を一つ設けて構成されている。この構成のスライダ1が図1に示す第1の実施の形態のスライダと異なるのは、第1の実施の形態の2つの流入パッド11がつながって1個になっている点であり、本実施の形態のスライダ1は第1の実施の形態のスライダと同様な効果がある。

【0034】図16に本発明の第4の実施の形態の磁気ヘッドスライダの浮上面形状を示す。本実施の形態のスライダ1は、浮上用パッド11を流入側に一つ設け、この浮上用パッド11のスライダの幅方向両外側に、浮上用パッド11との間に隙間をあけて一対の短冊状の補助パッド12を形成し、流出側両外側に一対の浮上用パッド13を設けて構成されている。本実施の形態のスライダ1も、第1の実施の形態のスライダと同様な効果がある。

【0035】図17に本発明の第4の実施の形態の磁気ヘッドスライダの浮上面形状を示す。図17の(a)は本実施の形態の浮上面形状の平面図を示し、図17の(b)は、図17の(a)のA-A線矢視断面を示す。本実施の形態は、第1の実施の形態の浮上面形状において、流入パッド11の両側に設けた短冊状の補助パッド12のコンタクト面112に微小突起部12aを形成して、コンタクト面112の面粗さを、流入パッド11のコンタクト面112の面粗さに比べて大きくしたものである。微小突起部12aの高さ $H_{12a}$ をステップ面114からの高さとして定義すると、 $H_{12a} \leq \delta s$ である。この構成により、補助パッド12が媒体面と接触したとき、真実接触面積が小さくなるため、接触力および摩擦力、それらによるモーメントが小さくなる。このため、平滑媒体との接触によるスライダ振動は低減され、スライダおよび媒体面が致命的な損傷を受けることがなくなる。

【0036】図18の(a)～(d)に前記第5の実施の形態の磁気ヘッドスライダの微小突起部12aのリソグラフィ技術を応用した作成方法の1例を示す。

(a) まず、浮上用パッド11および補助パッド12を形成した磁気ヘッドスライダの浮上面（コンタクト面112およびステップ面114）にフォトリジスト12bを塗布し、マスク12cを重ねて露光する。

(b) 露光後、マスク12cを外して現像し、感光しない部分（補助パッド12のコンタクト面112）のフォトリジスト12bを除去する。

(c) イオンビームエッチングを行なう。現行のスライダ材にはアルミナチタンカーバイドが使われている。イオンビームエッチングにより、軟質なアルミ相が多くエッチングされ、硬質なチタンカーバイド相が微小突起部12aとして残る。エッチング時間によって微小突起部12aの高さ $H_{12a}$ を制御する。

(d) フォトリジスト12bを除去する。

【0037】図19の(a)、(b)に、本発明の第6の実施の形態の磁気ヘッドスライダの浮上面形状を示す。図19の(a)は本実施の形態の浮上面形状の平面図を示し、図19の(b)は、図19の(a)のB-B線矢視断面を示す。本実施の形態の浮上面形状は、第1の実施の形態の浮上面形状において、流出パッド13の両側に補助パッド15を設け、この補助パッド15のコンタクト面112に微小突起部15aを形成して、コンタクト面112の面粗さを、流入パッド11のコンタクト面112の面粗さに比べて大きくしたものである。微小突起部15aの高さ $H_{15a}$ をステップ面114からの高さとして定義すると、 $H_{15a} \leq \delta s$ である。この構成により、補助パッド12が媒体面と接触したとき、真実接触面積が小さくなるため、接触力および摩擦力、それらによるモーメントが小さくなる。このため、磁気的スペーシング（記録再生素子1bから媒体内の磁性膜までの距離）を増加しなくても、平滑媒体との接触によるスライダ振動は低減され、スライダおよび媒体面が致命的な損傷を受けることがなくなる。

【0038】図20に、本発明の第7の実施の形態の磁気ヘッドスライダの浮上面形状を示す。本実施の形態の浮上面形状は、第1の実施の形態の浮上面形状において、流出パッド13の流出端の両端コーナ部に補助パッド16を設け、この補助パッド16のコンタクト面112に微小突起部16aを形成して、コンタクト面112の面粗さを、流入パッド11のコンタクト面112の面粗さに比べて大きくしたものである。微小突起部16aの高さ $H_{16a}$ をステップ面114からの高さとして定義すると、 $H_{16a} \leq \delta s$ である。この構成からなる本実施の形態のスライダ1の効果は、第6の実施の形態の効果と同じである。図20のB-B断面は、図19の(b)と同じである。

【0039】図21に、本発明の第8の実施の形態の磁

気ヘッドスライダの浮上面形状を示す。本実施の形態の浮上面形状は、図14に示す第2の実施の形態の浮上面形状において、流入パッド11の両側に設けた補助パッド12のコンタクト面112に微小突起部12aを形成して、コンタクト面112の面粗さを、流入パッド11のコンタクト面112の面粗さに比べて大きくしたものである。微小突起部12aの高さH12aをステップ面114からの高さとして定義すると、 $H12a \leq \delta s$ である。この構成からなる本実施の形態のスライダ1の効果は、第5の実施の形態の効果と同じである。

【0040】上記各実施の形態は、スライダの流入パッド11を2個もしくは1個、流出パッド13を1個、それぞれ備えたものであるが、本発明は、流入パッド11を1個、流出パッド13を2個としたスライダに対しても同様に適用できる。この場合も、流入パッド11の両側に間隔をおいて補助パッド12を配置すればよい。この場合も、補助パッド12の流入側先端とスライダの流入側先端の距離を、流入パッド11の流入側先端とスライダの流入側先端の距離よりも小さくするのが望ましい。

【0041】なお、前記各実施の形態においてスライダの両側に配置した補助パッドの幅や長さは、前記図7を用いて説明した条件が満たされていれば、必ずしも同一である必要はなく異なっても差し支えない。

【0042】

【発明の効果】本発明によれば、磁気ヘッドスライダのアンロードを容易にでき、かつロード時に流入パッド流入端が媒体面と接触した場合においても正常な浮上量に回復し、瞬時に安定浮上することができる。したがって、高信頼性化、高記録容量化に優れた磁気ヘッドスライダ及びその支持体及び磁気ディスク装置を提供するのに効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態の磁気ヘッドスライダの浮上面形状を示す立体斜視図である。

【図2】図1に示す磁気ヘッドスライダの流入パッドの立体斜視図である。

【図3】図1に示す磁気ヘッドスライダの補助パッドの立体斜視図である。

【図4】図1に示す磁気ヘッドスライダの流出パッドの立体斜視図である。

【図5】本発明の実施の形態に係る磁気ヘッドスライダの支持体の立体斜視図である。

【図6】図5に示す磁気ヘッドスライダの支持体の平面図である。

【図7】本発明の第1の実施の形態に係る磁気ヘッドスライダおよびその支持体の浮上走行時の側面図と正面図である。

【図8】本発明の第1の実施の形態に係る磁気ヘッドスライダおよびその支持体のアンロード時の側面図と正面

図である。

【図9】本発明の第1の実施の形態に係る磁気ヘッドスライダおよびその支持体と、従来技術の磁気ヘッドスライダおよびその支持体の、ロード時の側面図である。

【図10】従来の磁気ヘッドスライダの浮上面形状ABS0を示す図である。

【図11】本発明の第1の実施の形態に係る磁気ヘッドスライダの別の浮上面形状ABS1を示す図である。

【図12】本発明の第1の実施の形態に係る磁気ヘッドスライダの浮上面形状ABS1と従来技術の浮上面形状ABS0の浮上量計算結果を対比して示す図である。

【図13】本発明の第1の実施の形態の磁気ヘッドスライダの浮上面形状ABS1の、浮上時における圧力分布を示す図である。

【図14】本発明の第2の実施の形態の磁気ヘッドスライダの浮上面形状を示す平面図である。

【図15】本発明の第3の実施の形態の磁気ヘッドスライダの浮上面形状を示す平面図である。

【図16】本発明の第4の実施の形態の磁気ヘッドスライダの浮上面形状を示す平面図である。

【図17】本発明の第5の実施の形態の磁気ヘッドスライダの浮上面形状を示す平面図および断面図である。

【図18】図17に示す磁気ヘッドスライダの微小突起部の形成方法を示す断面図である。

【図19】本発明の第6の実施の形態の磁気ヘッドスライダの浮上面形状を示す平面図および断面図である。

【図20】本発明の第7の実施の形態の磁気ヘッドスライダの浮上面形状を示す平面図である。

【図21】本発明の第8の実施の形態の磁気ヘッドスライダの浮上面形状を示す平面図である。

【図22】本発明の実施の形態に係る磁気ディスク装置を示す平面図および側面図である。

【符号の説明】

2 支持体

3 磁気記録媒体

11 流入パッド

12 補助パッド

12a 微小突起部

13 流出パッド

14 負圧力が発生する凹部

15 補助パッド

15a 微小突起部

16 補助パッド

16a 微小突起部

21 荷重用ビーム部

22 ジンバル部

23 ディンプル

24 タブ

25 フック

30 支持アーム

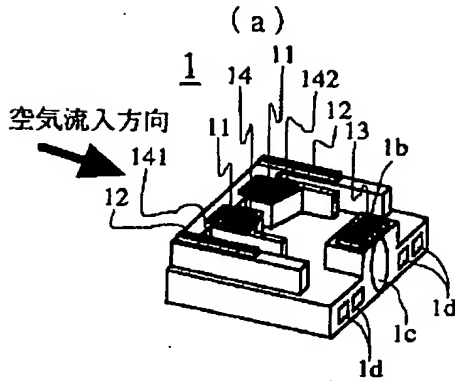
- 13  
 3 1 磁気記録媒体3を回転させる駆動部  
 3 2 支持アームの駆動部  
 3 4 記録再生信号処理回路

\* 112 コンタクト面

141、142 負圧力が発生する凹部

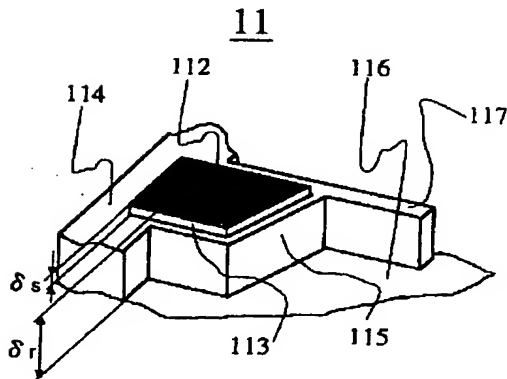
\*

【図1】

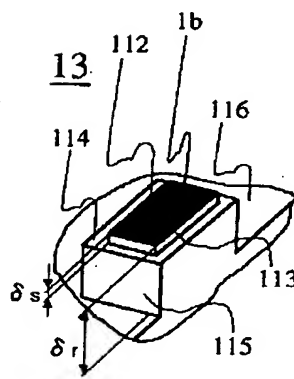


- 1 b : 記録再生素子    12 : 補助パッド  
 1 c : 磁気ヘッド    13 : 流出パッド  
 1 d : 接触端子    14, 141, 142 : 凹部  
 11 : 流入パッド

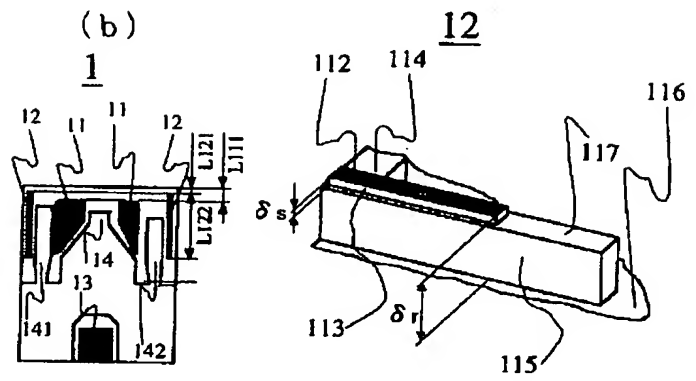
【図2】



【図4】

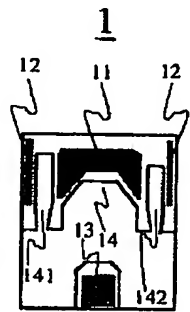
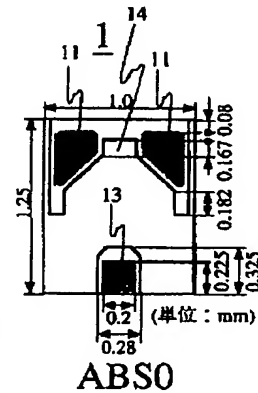


【図3】



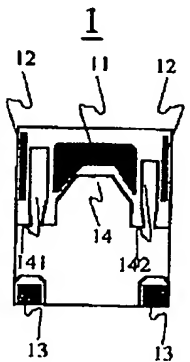
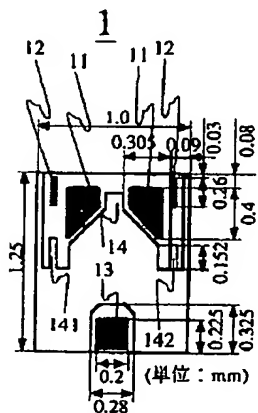
【図10】

【図15】



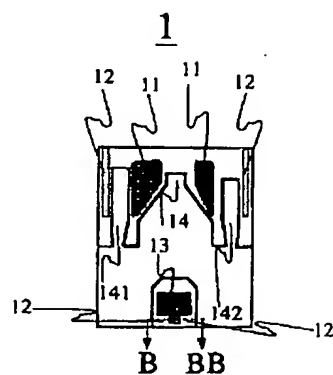
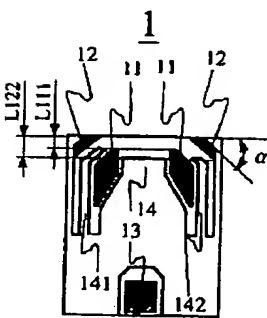
【図16】

【図11】

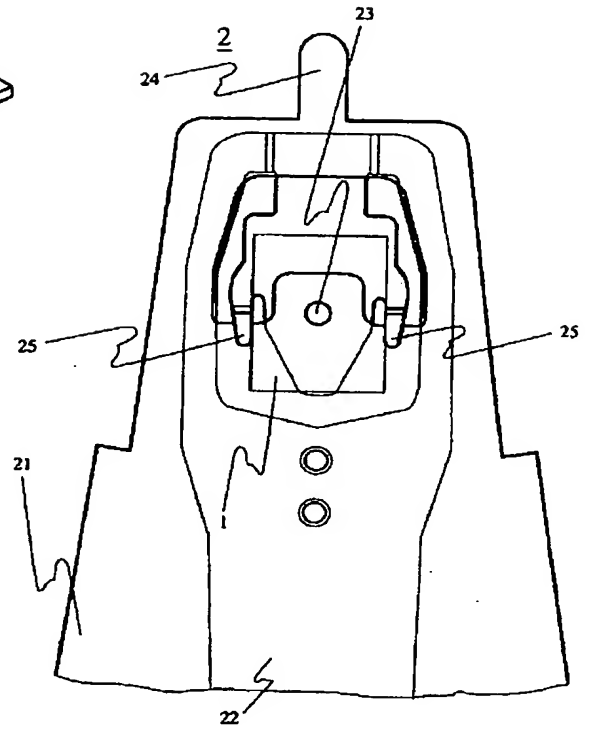


【図14】

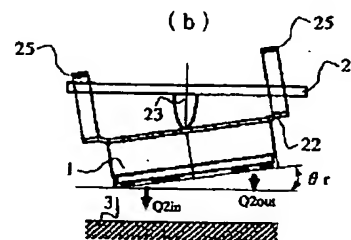
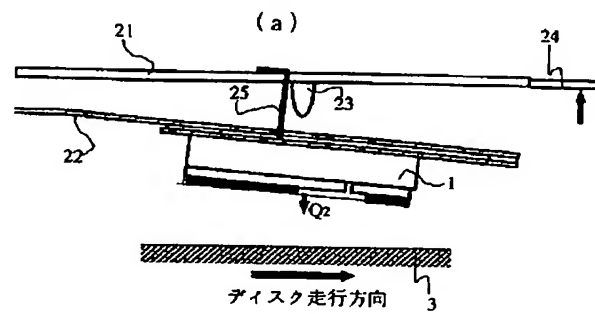
【図20】



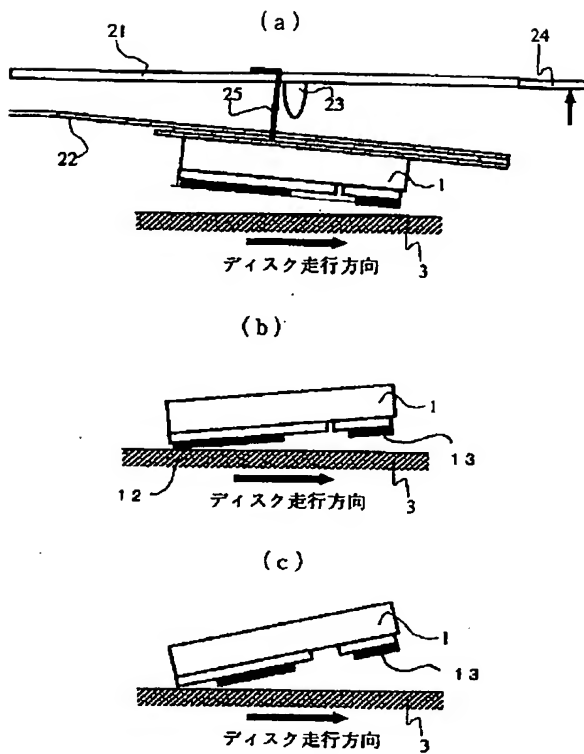
【図6】



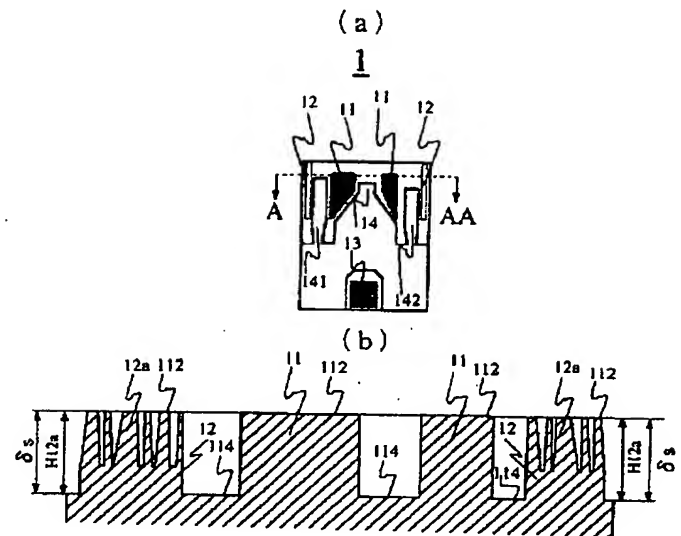
【図8】



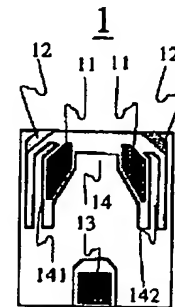
【図9】



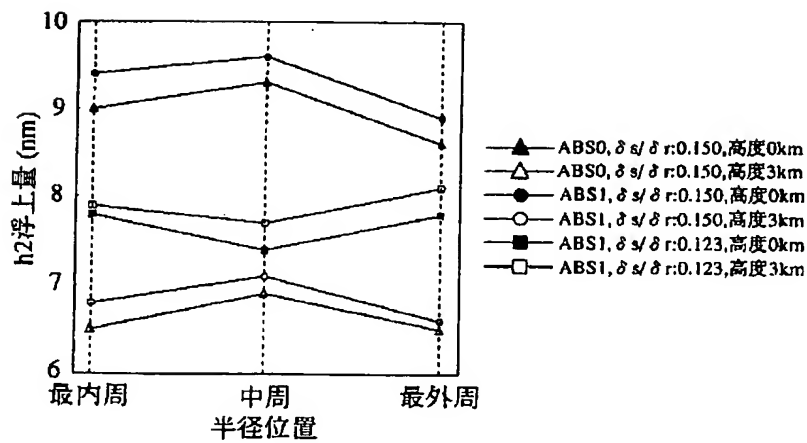
【図17】



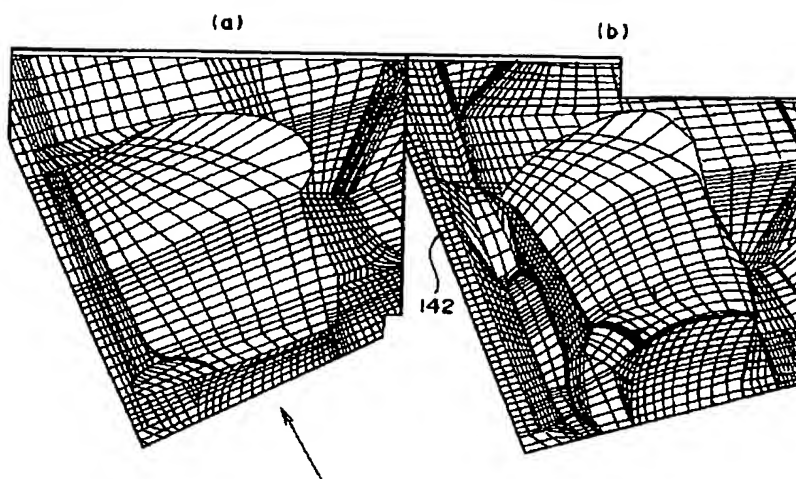
【図21】



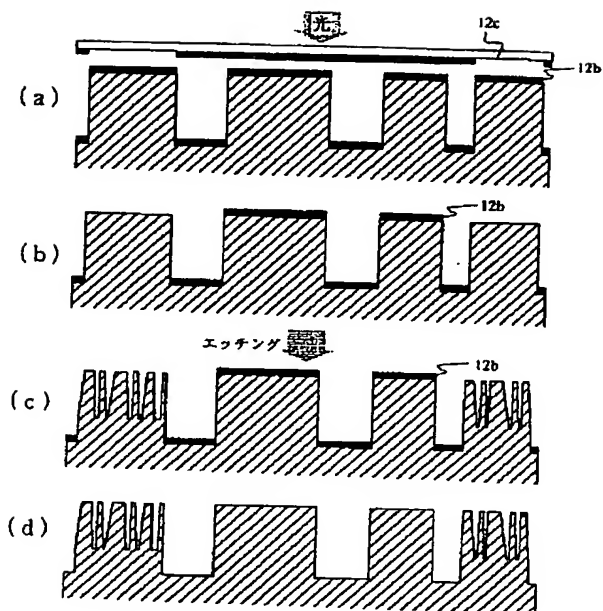
【図12】



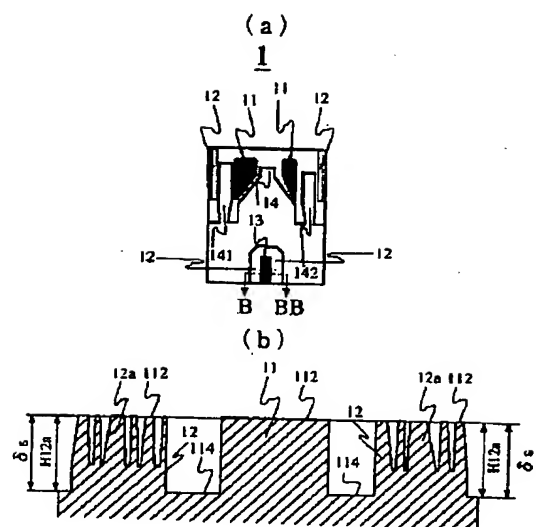
【图 1 3】



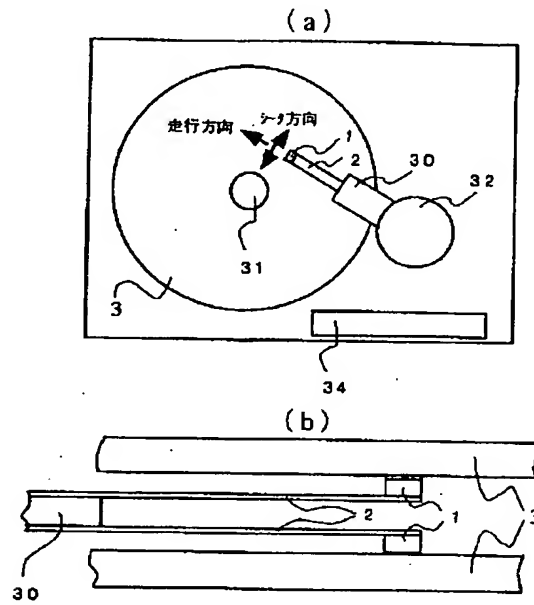
【图 18】



【图 19】



【図22】



フロントページの続き

(72)発明者 徐 鈞国  
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日  
立製作所機械研究所内

(72)発明者 加藤 幸男  
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日  
立製作所機械研究所内  
Fターム(参考) 5D042 NA02 PA01 PA05 PA09 QA02  
QA03 RA02